

Câble à fibre optique à propriétés améliorées

La présente invention concerne un câble à fibre optique dont les propriétés, notamment mécaniques, hydrofuges, et ignifuges, sont sensiblement améliorées par rapport aux câbles actuellement connus. Ces câbles sont utilisés pour la transmission d'informations.

L'invention concerne plus particulièrement le matériau inclus dans l'une des couches de revêtement placée autour d'une fibre ou d'un ensemble de fibres.

D'une manière générale, ces câbles comportent une ou plusieurs fibres optiques. Chaque fibre est constituée d'un cœur optique entouré d'une gaine optique. La fibre est entourée d'au moins une couche d'un revêtement protecteur. Les fibres peuvent être rassemblées, en ruban ou en faisceau, et l'ensemble des fibres est alors entouré à son tour d'une ou plusieurs couches d'un revêtement protecteur.

Le revêtement a pour rôle de protéger la ou les fibres optiques vis à vis des agressions mécaniques extérieures, la pénétration d'humidité et si nécessaire d'assurer une isolation électrique. En outre en cas d'incendie il doit permettre une résistance suffisante au feu. Actuellement la plupart de ces revêtements comporte une matrice continue, généralement en polymère, contenant éventuellement des particules d'une charge qui peut être inorganique.

La présente invention a pour but de proposer un câble à fibre optique dont les caractéristiques, notamment mécaniques, hydrofuges et ignifuges, sont sensiblement améliorées par rapport aux câbles actuellement connus.

L'objet de la présente invention est un câble comprenant au moins une fibre optique et au moins une couche de revêtement comprenant un matériau incluant un composé organique et un composé inorganique, caractérisé en ce que ledit composé inorganique a une structure feuilletée et en ce que ledit composé organique est inséré entre les feuillets dudit composé inorganique.

Actuellement des charges minérales sont fréquemment utilisées dans l'une ou l'autre des couches de revêtement des câbles, mais ces charges, dont la taille des particules est de l'ordre du micron, sont dispersées dans un polymère et conservent leur taille initiale après malaxage avec ce polymère.

5 Selon la présente invention on utilise un composé inorganique à structure feuilletée qui, après un traitement spécifique, permettra l'intercalation d'un composé organique entre ses feuillets. Ce composé inorganique a une dimension initiale de particules de l'ordre du micron. Lorsqu'un composé organique est inséré
10 entre les feuillets, le composé inorganique s'exfolie formant un matériau composite. Après l'intercalation du composé organique et l'exfoliation du composé inorganique, ce dernier est réparti de manière homogène dans le matériau composite et présente une dimension de particules de l'ordre du nanomètre. On observe alors une amélioration sensible des propriétés du matériau, ainsi que l'apparition de propriétés particulières.

15 Par "constitué essentiellement", on entend que la couche peut comporter en outre en moindre quantité des adjuvants destinés notamment à faciliter sa mise en forme (plastifiant, lubrifiant, etc...), à ralentir son vieillissement (stabilisant, absorbeur d'U.V., ignifugeant, anti-oxygène, agent anti-choc, etc...) ou à en modifier l'apparence (pigment coloré, etc...).

20 Le composé inorganique peut être choisi parmi un graphite et un oxyde minéral à structure feuilletée. On choisira du graphite si on souhaite obtenir un couche conductrice, et un oxyde minéral si l'on souhaite obtenir une couche qui soit électriquement isolante. Dans le cas présent, on choisi de préférence un oxyde. Parmi les oxydes minéraux, on pourra choisir un oxyde métallique à
25 condition qu'il présente une structure feuilletée, par exemple une alumine, un titanate ou une zircone, ou bien encore un silicate à structure feuilletée appelé phyllosilicate.

De préférence l'oxyde inorganique est un silicate à structure feuilletée ou phyllosilicate, et de préférence encore un alumino-silicate comme un mica ou une
30 argile naturelle ou artificielle, éventuellement pontée. De préférence l'argile présente une structure cristalline formée d'un empilement de feuillets et possède des ions OH^- superficiels. Parmi les argiles, on pourra choisir un talc, une vermiculite, une kaolinite ou une smectite ou un mélange quelconque de plusieurs argiles. De préférence encore on choisira le groupe des smectites, notamment la

montmorillonite, la bentonite, la beidellite, la nontronite, la saponite, l'hectorite ou un mélange des précédentes.

Selon un mode préférentiel de réalisation de la présente invention, l'argile choisie est la montmorillonite, aussi appelée "Fullers earth" lorsqu'elle contient du calcium et connue aussi sous le nom de bentonite lorsqu'elle contient du sodium.

Le composé organique intercalé entre les feuillets du composé inorganique est de préférence un polymère, un oligomère ou un monomère qu'on polymérisera in situ.

Lorsque le matériau de l'invention est utilisé comme revêtement protecteur d'une fibre, on utilisera de préférence un polymère choisi parmi un polyester, un polyéther, comme un polyéther vinylique, un polyuréthane, comme un polyuréthane acrylate, un maléate, un fumarate, un polythiol notamment un dithiol, un polyène, un copolymère ou un mélange des polymères précédemment cités comme les systèmes maléate / fumarate ou polythiol / polyène. Des polymères tels que des résines époxy, des polyimides, des polyamides, des silicones peuvent également être traités de façon similaire.

Dans un procédé de fabrication de câble par extrusion, on utilisera un polymère extrudable qui peut être choisi parmi une polyoléfine comme le polyéthylène (PE) et le polypropylène (PP), le polytéraphthalate de butylène (PBTP), un polymère vinylique comme le chlorure de polyvinyle (PVC), un élastomère qui peut être halogéné ou non, ou bien encore thermoplastique, un silicone, leurs copolymères comme les copolymères de l'éthylène, et un mélange des précédents. Parmi les copolymères de l'éthylène on peut choisir un copolymère d'éthylène et d'acétate de vinyle (EVA), un copolymère d'éthylène et de propylène (EPR), un copolymère d'éthylène et d'acrylate d'alkyle comme le copolymère d'éthylène et d'acrylate d'éthyle (EEA) ou d'acrylate de méthyle (EMA), un copolymère d'éthylène et d'acide acrylique, un terpolymère de l'éthylène, ou ces mêmes polymères comportant des groupements fonctionnels spécifiques (acides, époxy, etc...).

Dans un procédé de fabrication de câble mettant en œuvre les polymères à l'état liquide, on utilisera un polymère choisi parmi une résine époxy, un polyester, un polyimide, comme un polyétherimide ou un polyamidimide, un polyamide (PA), un polyuréthane, un silicone, un copolymère ou un mélange des polymères précédemment cités.

Les câbles à fibres optiques actuellement utilisés pour les transmissions à grandes distances sont de deux types. Un premier type a une structure dite alvéolées ou libre, c'est à dire qu'il comporte un ou plusieurs éléments sous forme de jonc rainuré ou de tube dans lequel sont logées les fibres optiques. Un deuxième type de câbles à fibres optiques est à structure dite en ruban, c'est à dire que les fibres optiques sont disposées parallèlement les unes aux autres.

15 Une autre application concerne les câbles sous-marins de télécommunication. De tels câbles comportent un faisceau de fibres optiques et au moins un revêtement isolant entourant le faisceau comprenant au moins une couche est constituée essentiellement du matériau selon l'invention.

- on traite le composé inorganique par un agent de manière à assurer sa compatibilité avec le composé organique,
- on mélange le composé inorganique traité avec le composé organique à une température supérieure à la température de ramollissement ou de fusion du composé organique, et
- on obtient le matériau, le composé organique étant insérée entre les feuillets du composé inorganique.

Selon un mode de réalisation de la présente invention, le composé inorganique est une argile et l'agent compatibilisant est choisi parmi un sel d'ammonium quaternaire, un oxyde de polyéthylène et un dérivé phosphoré.

D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront au cours des exemples suivants de réalisation, donnés bien entendu à titre illustratif et non limitatif, et dans le dessin annexé sur lequel

- la figure 1 est une vue schématique en coupe d'un conducteur optique formé d'une fibre optique entourée de son revêtement protecteur,
- la figure 2 est une vue schématique en coupe d'un faisceau de conducteurs optiques rassemblé dans un tube,
- la figure 3 est une vue schématique en coupe d'un câble de télécommunication terrestre,
- la figure 4 est une vue schématique en coupe d'un câble de télécommunication sous-marin.

Sur la figure 1, on a représenté un conducteur optique 10 comprenant une fibre optique 1 constituée d'un cœur optique 2 entouré d'une gaine optique 3 (cladding). La fibre 1 est entourée d'au moins une couche d'un revêtement protecteur 4 (coating). Le revêtement protecteur 4 est constitué essentiellement du matériau selon l'invention.

Afin d'assurer une meilleure tenue mécanique et une protection contre les chocs, les conducteurs optiques 10 peuvent être assemblés en un faisceau qui est placé à l'intérieur d'un tube 21 en polymère, par exemple du PP ou du PBTP, comme le montre la figure 2. Les conducteurs 10 sont séparées les unes des autres par un matériau de remplissage 22 (filling compound) qui est généralement une graisse.

Sur la figure 3, on a représenté un câble 30 à fibres optiques pour des applications terrestre, et donc destiné à être enterré. Plusieurs tubes 21, analogues à ceux de la figure 2, sont disposés à la périphérie d'un jonc 31 souvent renforcé par des fibres de verre et au contact d'un matériau de remplissage 32. L'ensemble est entouré d'une armature métallique 33 surmontée d'une gaine 34 qui doit avoir de bonnes propriétés mécaniques, une bonne tenue au feu et une faible perméabilité à l'eau. La gaine 34 est constituée essentiellement du matériau selon l'invention réalisé de la manière suivante.

5

n

10

15

	art antérieur	invention
Tenue mécanique : contrainte à la rupture allongement	28,5MPa 570%	34MPa 604%
Coefficient de transmission d'eau (norme ASTM E 96)	$43.10^{-6} \text{g/m}^2/24\text{h}$	$33.10^{-6} \text{g/m}^2/24\text{h}$
Comportement au feu (norme ASTM D 2863)	le matériau brûle et coule	le matériau ne coule pas , il charbonne

5

15

20

1./ Câble comprenant au moins une fibre optique et au moins une couche de revêtement comprenant un matériau incluant un composé organique et un composé inorganique, caractérisé en ce que ledit composé inorganique a une structure feuilletée et en ce que ledit composé organique est inséré entre les feuillets dudit composé inorganique.

3./ Câble selon la revendication 2, dans lequel ledit oxyde minéral est choisi parmi un oxyde métallique à structure feuilletée et un silicate à structure feuilleté, ou phyllosilicate.

5./ Câble selon la revendication 4, dans lequel ladite argile est choisie parmi un talc, une vermiculite, une kaolinite, une smectite, et un mélange des précédents.

7./ Câble selon la revendication 5, dans lequel ladite argile est choisie parmi la montmorillonite et la bentonite.

8./ Câble selon l'une des revendications précédentes, dans lequel ledit composé organique est un polymère, un monomère ou un oligomère.

9./ Câble selon la revendication 8, dans lequel ledit composé est un polymère choisi parmi un polyester, un polyéther, un polyéther vinylique, un polyuréthane, un polyuréthane acrylate, un maléate, un fumarate, un polythiol, un polyène, un copolymère ou un mélange des précédents.

10./ Câble selon la revendication 8, dans lequel ledit polymère est choisi parmi une polyoléfine, un polytéraphthalate de butylène, un polymère vinylique, un élastomère, un silicone, leurs copolymères et un mélange des précédents.

11./ Câble selon la revendication 8, dans lequel ledit polymère est choisi parmi une résine époxy, un polyester, un polyamide, un polyimide, un polyétherimide, un polyamidimide, un polyuréthane, un silicone ou un mélange des précédents.

12./ Câble selon l'une des revendications précédentes, comportant une fibre
5 optique entourée d'un revêtement protecteur dont au moins une couche est constituée essentiellement dudit matériau.

13./ Câble selon l'une des revendications précédentes, comportant une pluralité de fibres optiques et un revêtement extérieur dont au moins une couche est constituée essentiellement dudit matériau.

10 14./ Câble selon l'une des revendications précédentes, comportant un faisceau de fibres optiques et un revêtement isolant dont au moins une couche est constituée essentiellement dudit matériau.

15./ Procédé de fabrication d'un câble selon l'une des revendications précédentes, comprenant la réalisation dudit matériau par les étapes suivantes :

- 15 - on traite ledit composé inorganique par un agent de manière à assurer sa compatibilité avec ledit composé organique,
- on mélange ledit composé inorganique traité avec ledit composé organique à une température supérieure à la température de ramollissement ou de fusion dudit composé organique,
- 20 - on obtient ledit matériau, ledit composé organique étant inséré entre les feuillets dudit composé inorganique.

16./ Procédé selon la revendication 12, dans lequel ledit composé inorganique est une argile et ledit agent compatibilisant est choisi parmi un sel d'ammonium quaternaire, un oxyde de polyéthylène et un dérivé phosphoré.

1. **Introduction**
 2. **Background**
 3. **Methodology**
 4. **Results**
 5. **Discussion**
 6. **Conclusion**
 7. **References**
 8. **Appendix**
 9. **Index**
 10. **Table of Contents**
 11. **Figure 1**
 12. **Figure 2**
 13. **Figure 3**
 14. **Figure 4**
 15. **Figure 5**
 16. **Figure 6**
 17. **Figure 7**
 18. **Figure 8**
 19. **Figure 9**
 20. **Figure 10**
 21. **Figure 11**
 22. **Figure 12**
 23. **Figure 13**
 24. **Figure 14**
 25. **Figure 15**
 26. **Figure 16**
 27. **Figure 17**
 28. **Figure 18**
 29. **Figure 19**
 30. **Figure 20**
 31. **Figure 21**
 32. **Figure 22**
 33. **Figure 23**
 34. **Figure 24**
 35. **Figure 25**
 36. **Figure 26**
 37. **Figure 27**
 38. **Figure 28**
 39. **Figure 29**
 40. **Figure 30**
 41. **Figure 31**
 42. **Figure 32**
 43. **Figure 33**
 44. **Figure 34**
 45. **Figure 35**
 46. **Figure 36**
 47. **Figure 37**
 48. **Figure 38**
 49. **Figure 39**
 50. **Figure 40**
 51. **Figure 41**
 52. **Figure 42**
 53. **Figure 43**
 54. **Figure 44**
 55. **Figure 45**
 56. **Figure 46**
 57. **Figure 47**
 58. **Figure 48**
 59. **Figure 49**
 60. **Figure 50**
 61. **Figure 51**
 62. **Figure 52**
 63. **Figure 53**
 64. **Figure 54**
 65. **Figure 55**
 66. **Figure 56**
 67. **Figure 57**
 68. **Figure 58**
 69. **Figure 59**
 70. **Figure 60**
 71. **Figure 61**
 72. **Figure 62**
 73. **Figure 63**
 74. **Figure 64**
 75. **Figure 65**
 76. **Figure 66**
 77. **Figure 67**
 78. **Figure 68**
 79. **Figure 69**
 80. **Figure 70**
 81. **Figure 71**
 82. **Figure 72**
 83. **Figure 73**
 84. **Figure 74**
 85. **Figure 75**
 86. **Figure 76**
 87. **Figure 77**
 88. **Figure 78**
 89. **Figure 79**
 90. **Figure 80**
 91. **Figure 81**
 92. **Figure 82**
 93. **Figure 83**
 94. **Figure 84**
 95. **Figure 85**
 96. **Figure 86**
 97. **Figure 87**
 98. **Figure 88**
 99. **Figure 89**
 100. **Figure 90**
 101. **Figure 91**
 102. **Figure 92**
 103. **Figure 93**
 104. **Figure 94**
 105. **Figure 95**
 106. **Figure 96**
 107. **Figure 97**
 108. **Figure 98**
 109. **Figure 99**
 110. **Figure 100**
 111. **Figure 101**
 112. **Figure 102**
 113. **Figure 103**
 114. **Figure 104**
 115. **Figure 105**
 116. **Figure 106**
 117. **Figure 107**
 118. **Figure 108**
 119. **Figure 109**
 120. **Figure 110**
 121. **Figure 111**
 122. **Figure 112**
 123. **Figure 113**
 124. **Figure 114**
 125. **Figure 115**
 126. **Figure 116**
 127. **Figure 117**
 128. **Figure 118**
 129. **Figure 119**
 130. **Figure 120**
 131. **Figure 121**
 132. **Figure 122**
 133. **Figure 123**
 134. **Figure 124**
 135. **Figure 125**
 136. **Figure 126**
 137. **Figure 127**
 138. **Figure 128**
 139. **Figure 129**
 140. **Figure 130**
 141. **Figure 131**
 142. **Figure 132**
 143. **Figure 133**
 144. **Figure 134**
 145. **Figure 135**
 146. **Figure 136**
 147. **Figure 137**
 148. **Figure 138**
 149. **Figure 139**
 150. **Figure 140**
 151. **Figure 141**
 152. **Figure 142**
 153. **Figure 143**
 154. **Figure 144**
 155. **Figure 145**
 156. **Figure 146**
 157. **Figure 147**
 158. **Figure 148**
 159. **Figure 149**
 160. **Figure 150**
 161. **Figure 151**
 162. **Figure 152**
 163. **Figure 153**
 164. **Figure 154**
 165. **Figure 155**
 166. **Figure 156**
 167. **Figure 157**
 168. **Figure 158**
 169. **Figure 159**
 170. **Figure 160**
 171. **Figure 161**
 172. **Figure 162**
 173. **Figure 163**
 174. **Figure 164**
 175. **Figure 165**
 176. **Figure 166**
 177. **Figure 167**
 178. **Figure 168**
 179. **Figure 169**
 180. **Figure 170**
 181. **Figure 171**
 182. **Figure 172**
 183. **Figure 173**
 184. **Figure 174**
 185. **Figure 175**
 186. **Figure 176**
 187. **Figure 177**
 188. **Figure 178**
 189. **Figure 179**
 190. **Figure 180**
 191. **Figure 181**
 192. **Figure 182**
 193. **Figure 183**
 194. **Figure 184**
 195. **Figure 185**
 196. **Figure 186**
 197. **Figure 187**
 198. **Figure 188**
 199. **Figure 189**
 200. **Figure 190**
 201. **Figure 191**
 202. **Figure 192**
 203. **Figure 193**
 204. **Figure 194**
 205. **Figure 195**
 206. **Figure 196**
 207. **Figure 197**
 208. **Figure 198**
 209. **Figure 199**
 210. **Figure 200**
 211. **Figure 201**
 212. **Figure 202**
 213. **Figure 203**
 214. **Figure 204**
 215. **Figure 205**
 216. **Figure 206**
 217. **Figure 207**
 218

Câble à fibre optique à propriétés améliorées

Figure à publier : figure 1